(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2013 年 10 月 10 日 (10.10.2013)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2013/149452 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 21/22 (2006.01) *E04G 21/04* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2012/081663

(22) 国际申请日: 2012 年 9 月 20 日 (20.09.2012)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201210096620.0 2012 年 4 月 1 日 (01.04.2012) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中联重科股份有限公司 (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **湖南中联重科专用车有限责任公司 (HUNAN ZOOMLION SPECIAL VEHICLE CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省常德市鼎城区灌溪镇, Hunan 415106 (CN)。 **李葵芳 (LI, Kuifang)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。

(72) 发明人; 及
(71) 申请人 (仅对美国): **易伟春 (YI, Weichun)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **尹君 (YIN, Jun)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **王帅 (WANG, Shuai)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **付新宇 (FU, Xinyu)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。

(74) 代理人: **北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.)**; 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

[见续页]

(54) Title: SLEWING ANGLE DETECTION METHOD, DEVICE AND SYSTEM FOR SLEWING MECHANISM, AND CONSTRUCTION MACHINERY

(54) 发明名称 : 回转机构的回转角度检测方法、装置、系统与工程机械

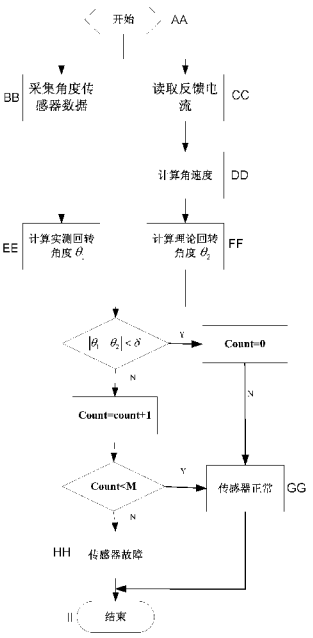


图 2 / FIG. 2

AA START
BB ACQUIRING DATA OF AN ANGLE SENSOR
CC READING A FEEDBACK CURRENT
DD CALCULATING AN ANGULAR VELOCITY
EE CALCULATING AN ACTUALLY MEASURED SLEWING ANGLE Θ1
FF CALCULATING A THEORETICAL SLEWING ANGLE Θ2
GG THE SENSOR IS NORMAL
HH THE SENSOR GENERATES A FAULT
II END

(57) **Abstract**: A slewing angle detection method for a slewing mechanism comprises: obtaining an actually measured slewing angle of a slewing mechanism; according to a prestored initial slewing model of the slewing mechanism, calculating a theoretical slewing angle of the slewing mechanism; calculating the difference value between the actually measured slewing angle and the theoretical slewing angle, and using the actually measured slewing angle as a detection result when the absolute value of the difference value is less than a set value; otherwise, using the theoretical slewing angle as a detection result. Also disclosed are a slewing angle detection device and detection system for a slewing mechanism, and construction machinery. By comparing an actually measured slewing angle with a theoretical slewing angle, the fault judgment of an angle sensor is achieved. Moreover, under the condition that the sensor generates a fault, a more precise slewing angle can still be obtained, thereby guaranteeing the security of slewing control.

(57) **摘要**: 一种回转机构的回转角度检测方法，包括：获取回转机构的实测回转角度；根据预先存储的回转机构的初始回转模型计算回转机构的理论回转角度；计算实测回转角度和理论回转角度之间的差值，当该差值的绝对值小于设定值时，以实测回转角度作为检测结果；否则，以理论回转角度作为检测结果。还公开了一种回转机构的回转角度检测装置、检测系统以及工程机械。通过对实测回转角度与理论回转角度的对比，实现了对角度传感器的故障的判断，并且在传感器发生故障的情况下，仍能获得较为精确的回转角度，从而确保了回转控制的安全性。

WO 2013/149452 A1

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

回转机构的回转角度检测方法、装置、系统与工程机械

技术领域

本发明涉及机械领域，更具体地，涉及一种回转机构的回转角度检测方法、装置、系统与工程机械。

背景技术

在具有回转机构的工程机械（例如混凝土泵车）的作业中，实现回转的方式是将回转部件（例如混凝土泵车的臂架）铰接在固定于回转机构（例如转台）的基座上，回转机构（例如转台）受工程机械的液压系统的驱动而回转，从而使回转部件旋转。

为防止回转机构（例如转台）的液压系统因回转过度损坏，以及在特殊支撑方式下防止工程机械车身倾翻，必须在各种不同工况下对回转部件（例如混凝土泵车的臂架）的回转角度加以限制。因此，实时而可靠地对回转角度进行检测对保证工程机械（例如混凝土泵车）的安全具有重要意义。

图 1 示出了现有技术中的回转角度检测装置的示意图。如图 1 所示，现有技术中的回转角度检测装置包括角度传感器、零点检测传感器和控制器。其中，角度传感器用于对回转角度进行实时检测，控制器与角度传感器连接，从而可以实时获取回转角度的相关数据。控制器根据其获得的相关数据解析出实际的回转角度。另外，由于传感器会存在检测误差，长期的误差累计会使测量出的回转角度出现较大偏差，为此在回转部件的初始位置处，设置有零点检测传感器。因此，当回转部件（例如混凝土泵车的臂架）回转收拢到零点位置（即初始位置）时，零点检测传感器受到触发而向控制器发出信号，当控制器收到该信号时，将回转角度清零。

然而，现有技术中的回转角度检测装置无法对角度传感器的故障进行判断。在现有技术中，用于工程机械中回转机构的回转角度测量的角度传感器，多为绝对或增量式编码器，在使用时容易发生损坏、脉冲丢失或增多等问题。如图 1 可知，现有技术中的回转角度检测装置没有回转角度的反馈信息，对角度的测量完全依赖于角度传感器。因此，当角度传感器发生故障时，即使检测出的回转角度出现较大偏差，控制器无法判断出角度传感器已经发生了故障，进一步地，由于回转角度是不正确的，因此，也无法对回转进行有效的控制，引起安全隐患。

发明内容

本发明旨在提供一种回转机构的回转角度检测方法、装置、系统与工程机械，以解决现有技术由于无法判断角度传感器是否发生故障进行有效判断，从而引起安全隐患的问题。

为解决上述技术问题，根据本发明的第一个方面，提供了一种回转机构的回转角度检测方法，包括：获取回转机构的实测回转角度；根据预先存储的回转机构的初始回转模型计算回转机构的理论回转角度；计算实测回转角度和理论回转角度之间的差值，当差值的绝对值小于设定值时，以实测回转角度作为检测结果；否则，以理论回转角度作为检测结果。

根据本发明的第二个方面，提供了一种回转机构的回转角度检测装置，包括：控制单元，获取回转机构的实测回转角度，根据预先存储的初始回转模型计算回转机构的理论回转角度，并计算实测回转角度和理论回转角度之间的差值；当差值的绝对值小于设定值时，以实测回转角度作为检测结果；否则，以理论回转角度作为检测结果。

根据本发明的第三个方面，提供了一种回转机构的回转角度检测系统，包括：角度传感器，用于检测回转机构的实测回转角度；回转角度检测装置，与角度传感器连接，该回转角度检测装置是上述的回转角度检测装置。

根据本发明的第四个方面，提供了一种工程机械，包括回转机构和用于检测回转机构的回转角度的回转角度检测装置，该回转角度检测装置是上述的回转角度检测装置。

本发明通过对实测回转角度与理论回转角度的对比，实现了对角度传感器的故障的判断，并且在传感器发生故障的情况下，仍能获得较为精确的回转角度，从而确保了回转控制的安全性。

附图说明

构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 示意性示出了现有技术中的回转角度检测装置的示意图；

图 2 示意性示出了本发明实施例中的回转角度检测方法的流程图；

图 3 示意性示出了本发明实施例中的一个初始回转模型中回转机构的驱动电信号与回转角速度之间的关系图；

图 4 示意性示出了本发明实施例中对初始回转模型进行修正的示意图；

图 5 示意性示出了本发明实施例中的回转机构的回转角度检测装置的结构示意图；以及

图 6 示意性示出了本发明实施例中的控制单元进行一次角度检测时的流程图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明，但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

作为本发明的第一方面，提供了一种回转角度检测方法。如图 2 所示，该方法包括：获取回转机构的实测回转角度 θ_1；根据预先存储的回转机构的初始回转模型计算回转机构的理论回转角度 θ_2；计算实测回转角度 θ_1 和理论回转角度 θ_2 之间的差值，当差值的绝对值小于设定值 δ（例如 2 度）时，以实测回转角度 θ_1 作为检测结果；否则，以理论回转角度 θ_2 作为检测结果。优选地，当差值的绝对值大于设定值时发出警报，以表明用于对回转机构的实测回转角度进行检测的角度传感器发生了故障。

具体地说，先通过角度传感器对回转角度进行检测，根据采集到的角度传感器的信号经运算得到实测回转角度 θ_1；同时，根据回转机构的运行参数（例如控制电信号的大小、回转的角速度等）和回转模型计算得到理论回转角度 θ_2。然后将实测回转角度 θ_1 与理论回转角度 θ_2 的差值与设定值 δ 进行比较。虽然理论回转角度 θ_2 与真实回转角度之间存在偏差，但不会出现较大偏差，而角度传感器发生故障时，角度传感检测到的实测回转角度则会发生较大的偏差，因此，通过比较实测回转角度 θ_1 与理论回转角度 θ_2 的差值即可有效的实现对角度传感器的故障检测，防止由于错误的角度信息对回转控制造成不良后果。当差值的绝对值小于设定值 δ 时，表明角度传感器的实测回转角度 θ_1 还是基本与理论回转角度 θ_2 相吻合的，即角度传感器没有发生故障，此时，直接将角度传感器测得的实测回转角度 θ_1 作为检测的结果。否则，则表明角度传感器的实测回转角度 θ_1 与理论回转角度 θ_2 的偏差较大。进一步地，如果实测回转角度 θ_1 与理论回转角度 θ_2 的偏差较大，那么很可能是由于角度传感器发生故障而引起的。此时，如果仍然将角度传感器测得的实测回转角度 θ_1 作为检测结果，将无法对回转进行有效的控制，甚至可能会引起安全事故。因此，在这种情况下可使用理论回转角度 θ_2

作为检测结果，从而可以避免由于角度传感器发生故障，而无法对回转进行有效控制的问题，消除了安全隐患。

作为一个优选的实施例，如图 2 所示，进一步地，在预定的时间内，当差值的绝对值大于设定值 δ 的次数 Count 达到设定次数值 M 时，以理论回转角度 θ_2 作为检测结果；否则，以实测回转角度 θ_1 作为检测结果。由于干扰等因素，角度传感器的输出信号可能会发生不正常的变化，通常这种不正常的变化只会持续一段的时间（例如几秒），因此，如果在某一段时间内，实测回转角度 θ_1 和理论回转角度 θ_2 之间的差值虽然有几次不在允许的范围内，但是，经过该某一段时间后，该差值又恢复到了正常的范围内，那么，该差值变动可以是由于干扰等因素造成的，角度传感器本身并没有发生故障，仍然可以采用实测回转角度 θ_1 作为检测的结果。反之，如果在合理长的时间期限内，该差值出现的次数较多，超过了设定次数值 M，则表明角度传感器很可能已经发生的故障。

作为一个优选的实施例，初始回转模型是根据回转机构的驱动输入量（例如流入回转机构的液压油的流量、驱动回转机构回转的驱动电流和电压等）与回转角速度之间的关系建立的。

例如，回转机构在驱动系统（例如液压系统）的驱动下发生转动，其转动的角速度正比于驱动系统的驱动输入量。驱动系统可以是液压系统，也可以是电机等。对于采用液压系统作为驱动系统的实施例来说，回转角速度正比与液压系统的流量，而液压系统的流量正比与电磁比例阀的实际控制电流与油泵转速的乘积，因此，角速度与上述乘积成正比。因此，可以通过上述乘积与角速度之间的关系建立回转模型。从理论上说，角速度与液压系统的流量之间存在线性关系，但由于实际产品的限制及误差，实际的回转模型中的角速度与液压系统的流量之间为近似的线性关系。特别的，在图 3 所示的一个实施例中，油泵的转速是一定的，此时液压系统的流量与液压系统的成正比，在通常情况下，在操作回转时，油泵转速都是固定的。图 3 的纵轴表示角速度，横轴表示电流。A 为实际的角速度与电流之间的关系曲线，B 是对 A 进行曲线拟合后得出的线性关系曲线。从图 3 中可以看出，实际的回转模型中的角速度与电流之间具有近似的线性关系。因此，在获得驱动输入量（例如电流和油泵转速）的基础上，就可以通过角速度与时间的关系，得到回转机构的理论回转角度 θ_2。

优选地，理论回转角度是根据预先存储的回转机构的初始回转模型计算得到的；方法还包括：当将实测回转角度作为检测结果时，根据实测回转角度对初始回转模型进行修正。对于任何一种工程机械（例如混凝土泵车）来说，本发明都给定了一个初始回转模型，但由于每台式工程机械的个体差异性（基于对于同一台设备来说，使用

一段时间后也会与先前的状态存在差异），同一个初始回转模型并不能保证完全适用于同一种工程机械中的任一台设备。因此，利用本发明实施例中的方法可能对每台设备中的初始回转模型进行修正。对每台设备来说，在其回转的过程中，可以将根据实测得到的回转模型与初始回转模型之间的关系（例如这两个模型中的曲线的斜率），对初始回转模型中的角速度与驱动电信号之间的对应关系进行修正，以保证模型的准确性。

作为一个优选的实施方式，如图 4 所示，本发明采用拆线逼近的方法对初始回转模型进行修正。需要说明的是，对初始回转模型的修正也可以采用其它的数值计算方法，例如多项式拟合、多次曲线拟合等。图 4 中纵轴 ω 代表角速度，横轴 Q 代表电流与油泵转速的乘积，本实施例中，采用液压系统控制回转机构进行旋转，因此，通过控制电磁比例阀的电流 I 和油泵转速，就可以控制进入回转机构的液压油的流量，从而控制回转机构的转速（即角速度 ω）。实际上，当向电磁比例阀提供的电流 I 小于初始电流时，电磁比例阀处于关闭状态，因此不能驱动回转机构进行回转；当向电磁比例阀提供的电流 I 超过饱和电流时，电磁阀的开度达到最大值，此时电磁阀的开席不再随着电流的增加而增加。此外，由于油泵转速也是有上限值，因此，也影响流量的大小。因此，回转模型（包括初始回转模型）只在一定的区间（Q_0，Q_N）内为线性关系，其中，N 为正整数。

在一个优选的实施例中，将 Q 在其范围内分为 N 个区段：（Q_0，Q_1, ……，Q_{m-1}，Q_m，Q_{m+1}，I_{m+2}，……，Q_N），其中，m 和 N 为正整数。每个区段，例如（Q_m，Q_{m+1}）内的角速度 ω 与 Q 为线性关系，即可得到回转模型的数学表达式为

$$\omega = k_m(Q - Q_m) + \omega_m \qquad (1)$$

其中， ω 为角速度；

k 为回转模型中（Q_m，Q_{m+1}）区段的斜率；

Q 为电流与油泵转速的乘积，且 $Q \in (Q_m, Q_{m+1})$;

m 为正整数，且 $0 \le m \le N$，N 为电流的区段数目（正整数）。

对回转模型进行修正时，首先将新的回转模型与初始回转模型进行对比（例如，比较各区段的斜率）。如果二者相近，则将新的数据代替初始回转模型中的相应数据，并对初始回转模型中各区段上的曲线进行重新拟合；否则，继续使用原来的回转模型。

特别地，在图 4 所示的回转模型中，电流 I 被分成三个区段（Q_0，Q_1，Q_2，Q_3），下面结合图 4 对初始回转模型的（Q_1，Q_2）区段的修正过程进行详细说明。

如图 4 所示，当角速度 ω 为零时，Q 不为零，只有当 Q 大于 Q_0 时，角速度 ω 才开始增加（即回转机构才开始转动）。图 4 中 A 为当前回转模型对应的曲线，在当前回转模型中的 Q_1 和 Q_2 处对应的角速度为 ω_1 和 ω_2。在某一时刻 t，测得一组数据（Q_t, ω_t），如果 Q_t 落入区间（Q_1，Q_2），那么，将数据（Q_t, ω_t）和该区间原有的曲线重新拟合（如最小二乘法等），得到曲线 C。由曲线 C 计算在 Q_1 和 Q_2 处对应的角速度为 ω_1'和 ω_2'，并与 Q_1 和 Q_2 处的原有两个角速度 ω_1 和 ω_2 值进行平均，以得到修正后的 Q_1 和 Q_2 处的角速度 ω_1"和 ω_2"，同时，重新计算该区段两侧的其它区段的斜率（即公式（1）中的参数 k），从而得到修正后的回转模型，其曲线如 B 所示。

作为本发明的第二方面，提供了一种回转机构的回转角度检测装置。如图 5 所示，该回转角度检测装置包括：控制单元，获取回转机构的实测回转角度，根据预先存储的初始回转模型计算回转机构的理论回转角度，并计算实测回转角度和理论回转角度之间的差值；当差值的绝对值小于设定值时，以实测回转角度作为检测结果；否则，以理论回转角度作为检测结果。优选地，角度传感器可以是增量式编码器或绝对式编码器，当然，也可以是除编码器以外的其它传感器。

其中，控制单元与回转操作手柄连接，当操作人员操作回转操作手柄时，控制器可以根据回转操作手柄的幅度向驱动单元（例如液压系统）发出相应大小的驱动电信号，同时，控制器通过传感器采集驱动单元反馈的实际信号的大小和油泵转速。例如，在图 4 所示的实施例中，控制单元向电磁比例阀发出控制电流，以控制电磁比例阀的开度，从而控制流向液压执行元件的液压油，以达到控制回转机构的回转速度的目的。同时，由于控制单元发出的控制电流与电磁比例阀实际动作时的电流可能不一致，因此，有必要对电磁比例阀的实际工作电流进行采集，并根据实际采集到的反馈电流的大小，确定理论回转角度的值。同时，角度传感器可以实现对回转角度的检测，控制器与角度传感器连接，并从角度传感器获取实测的回转角度的数据，从而得到实测回转角度。例如，当回转机构转动时，角度传感器输出与回转角度成正比的脉冲数，控制单元根据脉冲数就可以计算出实测回转角度的值。又例如，编码器本身对脉冲数进行计数，然后将实测回转角度的值直接反馈给控制单元。

然后，控制单元将实测回转角度与理论回转角度的差值与设定值进行比较（请参考图 2）。虽然理论回转角度与真实回转角度之间存在偏差，但不会出现较大偏差，而角度传感器发生故障时，角度传感检测到的实测回转角度则会发生较大的偏差，因此，通过比较实测回转角度 θ_1 与理论回转角度 θ_2 的差值即可有效的实现对角度传感器的故障检测，防止由于错误的角度信息对回转控制造成不良后果。当差值的绝对值小于设定值时，表明角度传感器的实测回转角度还是基本与理论回转角度相吻合的，即角度

传感器没有发生故障，此时，直接将角度传感器测得的实测回转角度作为检测的结果。否则，则表明角度传感器的实测回转角度与理论回转角度的偏差较大。进一步地，如果实测回转角度与理论回转角度的偏差较大，那么很可能是由于角度传感器发生故障而引起的。此时，如果仍然将角度传感器测得的实测回转角度作为检测结果，将无法对回转进行有效的控制，甚至可能会引起安全事故。因此，在这种情况下可使用理论回转角度作为检测结果，从而可以避免由于角度传感器发生故障，而无法对回转进行有效控制的问题，消除了安全隐患。

在优选的实施方式中，进一步地，在预定的时间内，当差值的绝对值大于设定值的次数达到设定次数值时，控制单元以理论回转角度作为检测结果；否则，以实测回转角度作为检测结果。由于干扰等因素，角度传感器的输出信号可能会发生不正常的变化，通常这种不正常的变化只会持续一段的时间（例如几秒），因此，如果在某一段时间内，实测回转角度和理论回转角度之间的差值虽然有几次不在允许的范围内，但是，经过该某一段时间后，该差值又恢复到了正常的范围内，那么，该差值变动可以是由于干扰等因素造成的，角度传感器本身并没有发生故障，仍然可以采用实测回转角度作为检测的结果。反之，如果在合理长的时间期限内，该差值出现的次数较多，超过了设定次数值，则表明角度传感器很可能已经发生的故障。

例如，回转机构在驱动系统（例如液压系统）的驱动下发生转动，其转动的角速度正比于驱动系统的驱动输入量。驱动系统可以是液压系统，也可以是电机等。对于采用液压系统作为驱动系统的实施例来说，回转角速度正比与液压系统的流量，而液压系统的流量正比与电磁比例阀的实际控制电流与油泵转速的乘积，因此，角速度与上述乘积成正比。因此，可以通过上述乘积与角速度之间的关系建立回转模型。从理论上说，角速度与液压系统的流量之间存在线性关系，但由于实际产品的限制及误差，实际的回转模型中的角速度与液压系统的流量之间为近似的线性关系。特别的，在图 3 所示的一个实施例中，油泵的转速是一定的，此时液压系统的流量与液压系统的成正比，在通常情况下，在操作回转时，油泵转速都是固定的。图 3 的纵轴表示角速度，横轴表示电流。A 为实际的角速度与电流之间的关系曲线，B 是对 A 进行曲线拟合后得出的线性关系曲线。从图 3 中可以看出，实际的回转模型中的角速度与电流之间具有近似的线性关系。因此，在获得驱动输入量（例如电流和油泵转速）的基础上，就可以通过角速度与时间的关系，得到回转机构的理论回转角度。

优选地，理论回转角度是根据预先存储的回转机构的初始回转模型计算得到的。当将实测回转角度作为检测结果时，控制单元可根据实测回转角度对初始回转模型进行修正。对于任何一种工程机械（例如混凝土泵车）来说，本发明都给定了一个初始

回转模型，但由于每台式工程机械的个体差异性（基于对于同一台设备来说，使用一段时间后也会与先前的状态存在差异），同一个初始回转模型并不能保证完全适用于同一种工程机械中的任一台设备。因此，利用本发明实施例中的方法可能对每台设备中的初始回转模型进行修正。对每台设备来说，在其回转的过程中，可以将根据实测得到的回转模型与初始回转模型之间的关系（例如这两个模型中的曲线的斜率），对初始回转模型中的角速度与驱动电信号之间的对应关系进行修正，以保证模型的准确性。

作为一个优选的实施方式，如图 4 所示，本发明采用拆线逼近的方法对初始回转模型进行修正。需要说明的是，对初始回转模型的修正也可以采用其它的数值计算方法，例如多项式拟合、多次曲线拟合等。图 4 中纵轴 ω 代表角速度，横轴 Q 代表电流与油泵转速的乘积，本实施例中，采用液压系统控制回转机构进行旋转，因此，通过控制电磁比例阀的电流 I 和油泵转速，就可以控制进入回转机构的液压油的流量，从而控制回转机构的转速（即角速度 ω）。实际上，当向电磁比例阀提供的电流 I 小于初始电流时，电磁比例阀处于关闭状态，因此不能驱动回转机构进行回转；当向电磁比例阀提供的电流 I 超过饱和电流时，电磁阀的开度达到最大值，此时电磁阀的开席不再随着电流的增加而增加。此外，由于油泵转速也是有上限值，因此，也影响流量的大小。因此，回转模型（包括初始回转模型）只在一定的区间（Q_0，Q_N）内为线性关系，其中，N 为正整数。

在一个优选的实施例中，将 Q 在其范围内分为 N 个区段：（Q_0，Q_1, ……，Q_{m-1}，Q_m，Q_{m+1}，Q_{m+2}，……，Q_N），其中，m 和 N 为正整数。每个区段，例如（Q_m，Q_{m+1}）内的角速度 ω 与电流 I 为线性关系，即可得到回转模型的数学表达式为上述公式（1）。

对回转模型进行修正时，首先将新的回转模型与初始回转模型进行对比（例如，比较各区段的斜率）。如果二者相近，则将新的数据代替初始回转模型中的相应数据，并对初始回转模型中各区段上的曲线进行重新拟合；否则，继续使用原来的回转模型。

特别地，在图 4 所示的回转模型中，电流 I 被分成三个区段（Q_0，Q_1，Q_2，Q_3），下面结合图 4 对初始回转模型的（Q_1，Q_2）区段的修正过程进行详细说明。

如图 4 所示，当角速度 ω 为零时，Q 不为零，只有当 Q 大于 Q_0 时，角速度 ω 才开始增加（即回转机构才开始转动）。图 4 中 A 为当前回转模型对应的曲线，在当前回转模型中的 Q_1 和 Q_2 处对应的角速度为 ω_1 和 ω_2。在某一时刻 t，测得一组数据（Q_t, ω_t），如果 Q_t 落入区间（Q_1，Q_2），那么，将数据（Q_t, ω_t）和该区间原有的曲线重新拟合（如最小二乘法等），得到曲线 C。由曲线 C 计算在 Q_1 和 Q_2 处对应的角速度为 ω_1’和 ω_2’，并与 Q_1 和 Q_2 处的原有两个角速度 ω_1 和 ω_2 值进行平均，以得到修正后的 Q_1

和 Q_2 处的角速度 ω_1”和 ω_2”，同时，重新计算该区段两侧的其它区段的斜率（即公式（1）中的参数 k），从而得到修正后的回转模型，其曲线如 B 所示。

在一个优选的实施例中，回转角度检测装置还包括报警单元，当差值的绝对值大于设定值时，控制单元控制报警单元发出警报。例如，报警单元可以是语音报警装置、声光报警装置、显示在显示器上的字符或图像等。当操作人员收到报警装置发出的警报时，可采取相应处理措施。

优选地，回转角度检测装置还包括零点检测传感器，当回转机构回转到零点位置（即初始位置）时，零点检测传感器将受到感应而向控制单元发出信号，控制单元根据该信号将回转角度清零。优选地，零点检测传感器可以是行程开关、接近开关等。

下面结合图 6 对控制单元进行一次角度检测时的流程进行详细说明（特别地，控制单元可以不断地循环执行下述步骤）。

步骤一，控制单元检测是否有来自零点检测传感器的零点检测信号，如果有，将回转角度 θ 复位为零，并执行步骤二；否则，执行步骤五。

步骤二，控制单元判断角度传感器是否发生故障，如果角度传感器发生故障，则使用理论回转角度 θ_2 作为回转角度 θ，并执行步骤五；否则执行步骤三。

步骤三，使用实测回转角度 θ_1 作为回转角度 θ，并执行步骤四。

步骤四，在某一时刻测得的驱动输入量（例如反馈电流和油泵转速的乘积等）以及角速度构成第一坐标，该某一时刻测得的驱动输入量在当前回转模型中所对应的区段的起点构成第二坐标，计算第一坐标和第二坐标的连线的斜率；并将该斜率与当前回转模型中所对应的区段的斜率进行比较，如果二者位于允许的范围内（表明角度传感器处于正常状态），则对当前回转模型进行修正后再执行步骤五；否则，表明角度传感器可能发生了故障，因此不再对当前回转模型进行修改，直接执行步骤五。

例如，当驱动系统是液压系统时，可用下述公式（2）对上述两个斜率进行判断：

$$\left|(\omega-\omega_m)/(Q-Q_m)-k_m\right|<\gamma \qquad (2)$$

其中，Q 为某一时刻的流量，即反馈电流与油泵转速的乘积；ω 为该某一时刻控制单元实测的角速度；ω_m 是在当前回转模型中，该某一时刻时的流量 Q 所对应的区段的起点的角速度；Q_m 是在当前回转模型中，该某一时刻时的流量 Q 所对应的区段的

起点所对应的流量；km 是在当前回转模型中，该某一时刻的流量 Q 所对应的区段的斜率；γ 是阈值。

步骤五，结束本次角度检测。

作为本发明的第三方面，提供了一种回转机构的回转角度检测系统，包括：角度传感器，用于检测回转机构的实测回转角度；回转角度检测装置，与角度传感器连接，该回转角度检测装置是上述各实施例中的回转角度检测装置。

作为本发明的第四方面，提供了一种工程机械，包括回转机构和用于检测回转机构的回转角度的回转角度检测装置，该回转角度检测装置是上述各实施例中的回转角度检测装置。

本发明通过对实测回转角度与理论回转角度的对比，实现了对角度传感器的故障的判断，并且在传感器发生故障的情况下，仍能获得较为精确的回转角度，从而确保了回转控制的安全性。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种回转机构的回转角度检测方法，其特征在于，包括：

获取所述回转机构的实测回转角度；

根据预先存储的所述回转机构的初始回转模型计算所述回转机构的理论回转角度；

计算所述实测回转角度和所述理论回转角度之间的差值，当所述差值的绝对值小于设定值时，以实测回转角度作为检测结果；否则，以所述理论回转角度作为检测结果。

2. 根据权利要求 1 所述的回转角度检测方法，其特征在于，进一步地，在预定的时间内，当所述差值的绝对值大于所述设定值的次数达到设定次数值时，以所述理论回转角度作为所述检测结果；否则，以所述实测回转角度作为所述检测结果。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的回转角度检测方法，其特征在于，所述方法还包括：当将所述实测回转角度作为所述检测结果时，根据所述实测回转角度对所述初始回转模型进行修正。

4. 根据权利要求 2 所述的回转角度检测方法，其特征在于，所述初始回转模型是根据所述回转机构的驱动输入量与回转角速度之间的关系建立的。

5. 根据权利要求 2 所述的回转角度检测方法，其特征在于，所述方法还包括：当所述差值的绝对值大于所述设定值时发出警报。

6. 一种回转机构的回转角度检测装置，其特征在于，包括：

控制单元，获取所述回转机构的实测回转角度，根据预先存储的初始回转模型计算所述回转机构的理论回转角度，并计算所述实测回转角度和所述理论回转角度之间的差值；当所述差值的绝对值小于设定值时，以所述实测回转角度作为检测结果；否则，以所述理论回转角度作为检测结果。

7. 根据权利要求 6 所述的回转角度检测装置，其特征在于，进一步地，在预定的时间内，当所述差值的绝对值大于所述设定值的次数达到设定次数值时，以所述理论回转角度作为检测结果；否则，以所述实测回转角度作为检测结果。

8. 根据权利要求 6 所述的回转角度检测装置，其特征在于，当将所述实测回转角度作为所述检测结果时，所述控制单元根据所述实测回转角度对所述初始回转模型进行修正。

9. 根据权利要求 6-8 中任一项所述的回转角度检测装置，其特征在于，所述初始回转模型是根据所述回转机构的驱动输入量与回转角速度之间的关系建立的。

10. 根据权利要求 6 所述的回转角度检测装置，其特征在于，所述回转角度检测装置还包括报警单元，当所述差值的绝对值大于所述设定值时，所述控制单元控制所述报警单元发出警报。

11. 一种回转机构的回转角度检测系统，其特征在于，包括：

角度传感器，用于检测所述回转机构的实测回转角度；

回转角度检测装置，与所述角度传感器连接，所述回转角度检测装置是权利要求 6-10 中任一项所述的回转角度检测装置。

12. 一种工程机械，包括回转机构和用于检测所述回转机构的回转角度的回转角度检测装置，其特征在于，所述回转角度检测装置是权利要求 6-10 中任一项所述的回转角度检测装置。

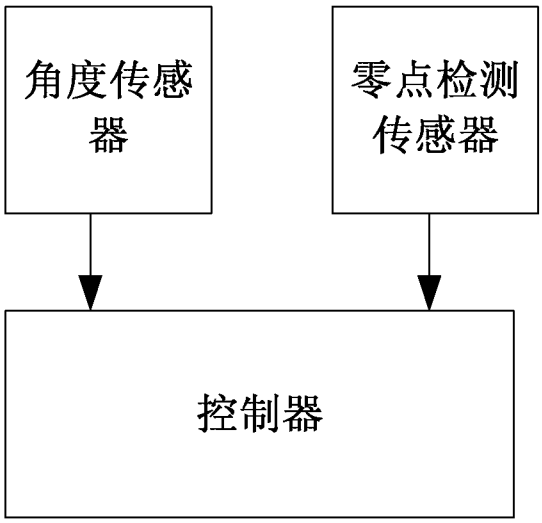


图 1

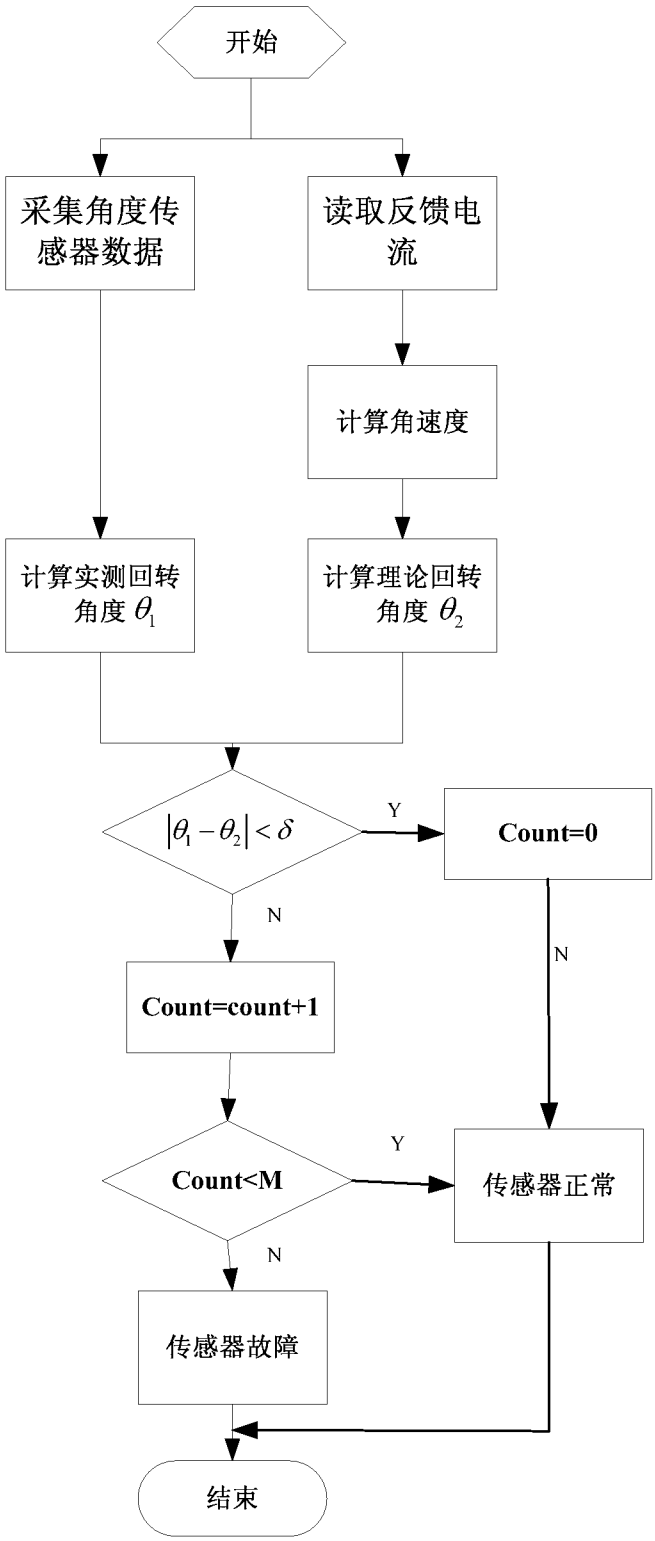

开始
采集角度传感器数据
读取反馈电流
计算角速度
计算实测回转角度 θ_1
计算理论回转角度 θ_2
$|\theta_1-\theta_2|<\delta$
Y
Count=0
N
N
Count=count+1
Count<M
Y
传感器正常
N
传感器故障
结束

图 2

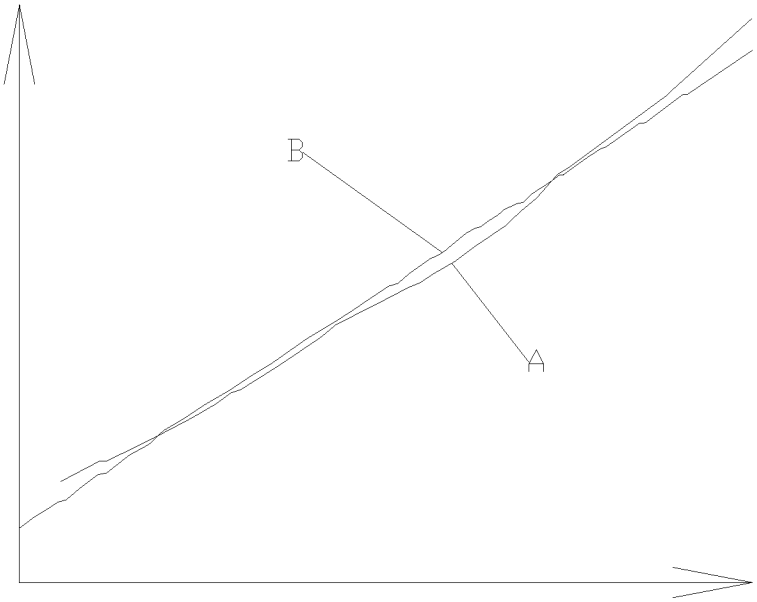


图 3

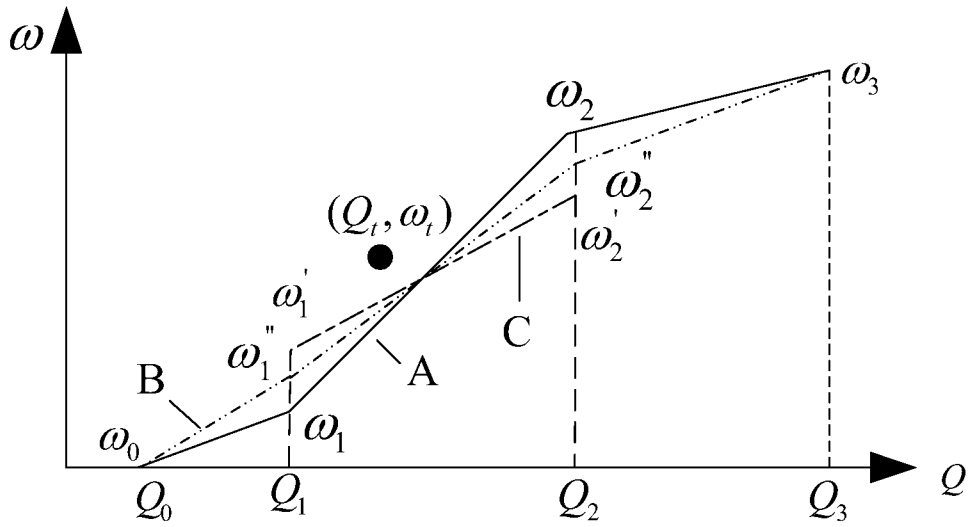


图 4

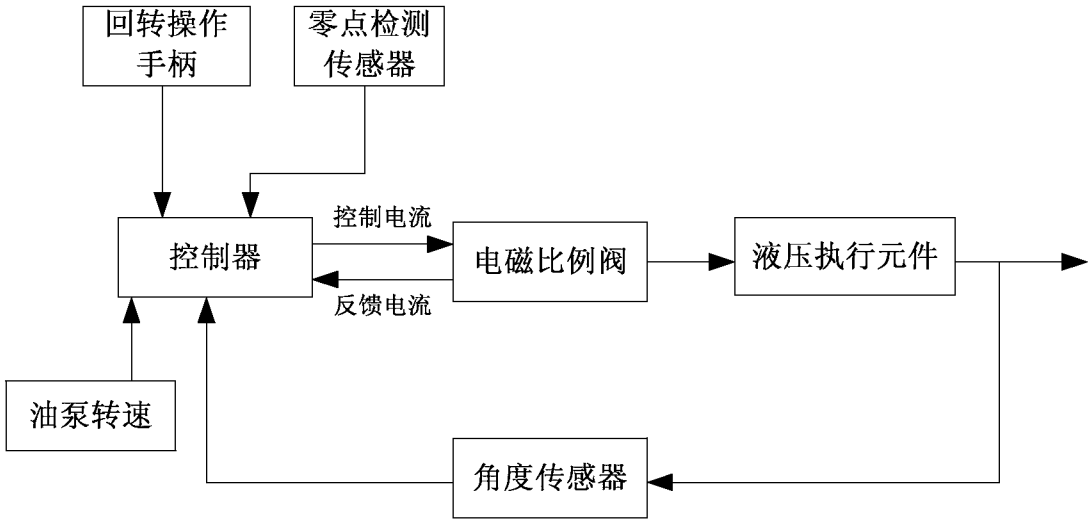


图 5

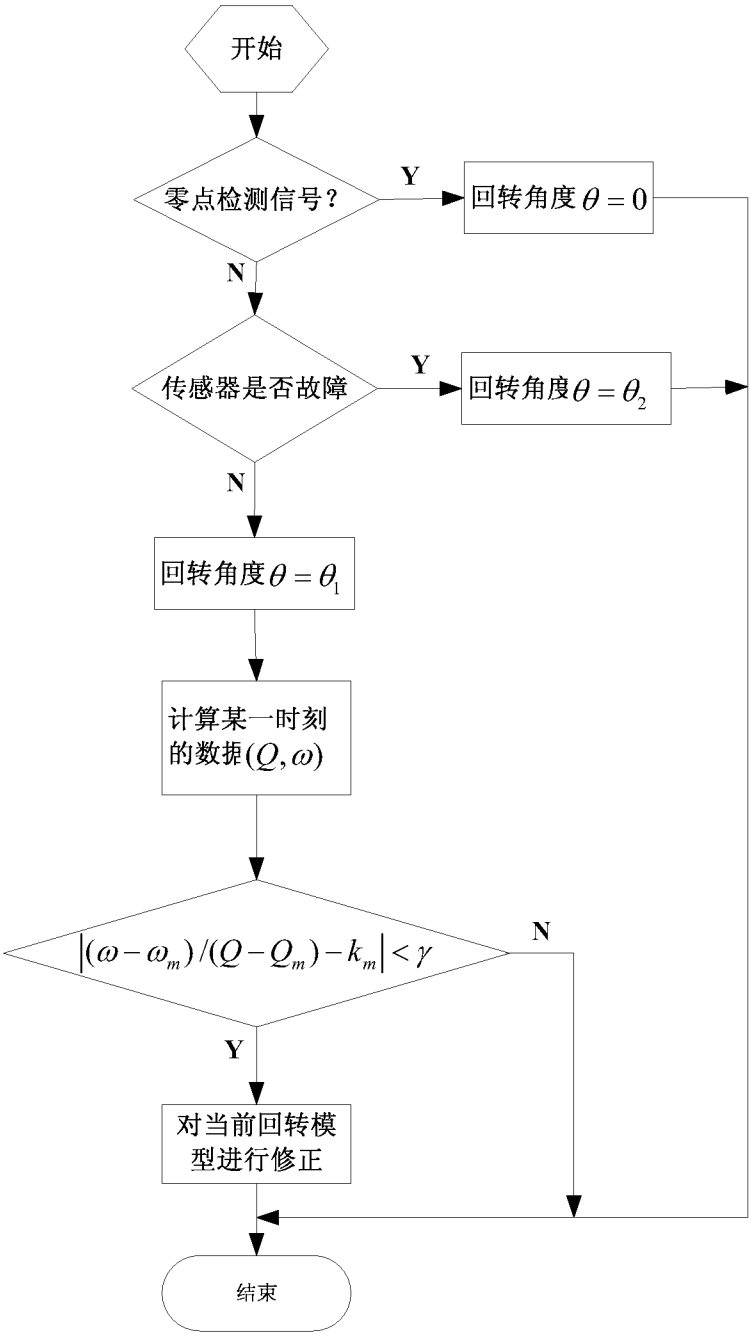

开始
零点检测信号？
Y
回转角度 $\theta = 0$
N
传感器是否故障
Y
回转角度 $\theta = \theta_2$
N
回转角度 $\theta = \theta_1$
计算某一时刻的数据 (Q, ω)
$|(\omega - \omega_m)/(Q - Q_m) - k_m| < \gamma$
N
Y
对当前回转模型进行修正
结束

图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/081663

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01, E04G, B66C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNTXT, CJFD, rotat+, angle, model, theoretical, difference, threshold, sensor, coder, concrete

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	CN 102620705 A (ZOOMLION HEAVY IND SCI&TECHNOLOGY DEV) 01 August 2012 (01.08.2012) claims 1-12	1-12
Y	CN 101226067 A (SANY HEAVY IND CO LTD) 23 July 2008 (23.07.2008) claims 1-18 FIG. 7	1-12
Y	CN 1932469 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS INC) 21 March 2007 (21.03.2007) claims 1-21	1-12
Y	CN 102249153 A (SHANGHAI SANY TECHNOLOGY CO LTD) 23 November 2011 (23.11.2011) claims 1-10	1-12
Y	CN 102261890 A (CHANGSHA ZHONGLIAN HEAVY IND TECHNOLOGY) 30 November 2011 (30.11.2011) claims 1-11	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 December 2012 (19.12.2012)	**10 January 2013 (10.01.2013)**
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer HU, Yuelan Telephone No. (86-10) **62085736**

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/081663

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101451832 A (SANYI HEAVY IND CO LTD) 10 June 2009 (10.06.2009) the whole document	1-12
A	CN 201707757 U (XCMG CONSTR MACHINERY CO LTD) 12 January 2011 (12.01.2011) the whole document	1-12
A	CN 202092629 U (CHINA RAILWAY CONSTR HEAVY IND GROUP CO) 28 December 2011 (28.12.2011) the whole document	1-12
A	CN 201748913 U (XCMG CONSTR MACHINERY CO LTD) 16 February 2011 (16.02.2011)	1-12
A	US 2003/0023400 A1 (ALPS ELCTRIC CO LTD) 30 January 2003 (30.01.2003) the whole document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/081663

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102620705 A	01.08.2012	None	
CN 101226067 A	23.07.2008	CN 100573054 C	23.12.2009
CN 1932469 A	21.03.2007	CN 100565165 C	02.12.2009
		US 2007067078 A	22.03.2007
		US 7376499 B	20.05.2008
		DE 102006043364 A	10.05.2007
CN 102249153 A	23.11.2011	None	
CN 102261890 A	30.11.2011	None	
CN 101451832 A	10.06.2009	None	
CN 201707757 U	12.01.2011	None	
CN 202092629 U	28.12.2011	None	
CN 201748913 U	16.02.2011	None	
US 2003/0023400 A1	30.01.2003	US 6778939 B	17.08.2004
		EP 1281601 A	05.02.2003
		JP 2003042753 A	13.02.2003
		JP 2003042752 A	13.02.2003
		EP 1281601 B	03.06.2009
		DE 60232483 E	16.07.2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/081663

CLASSIFCATION OF SUBJECT MATTER:

G01B 21/22 (2006.01) i

E04G 21/04 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/081663

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01, E04G, B66C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS, VEN, CNTXT, CJFD, 回转，旋转，角度，模型，理论，差值，阈值，传感器，编码器，混凝土，rotat+, angle, model, theoretical, difference, threshold, sensor, coder, concrete

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
P, X	CN102620705A（中联重科股份有限公司） 01.8 月 2012（01.08.2012）权利要求 1-12	1-12
Y	CN101226067A（三一重工股份有限公司） 23.7 月 2008（23.07.2008） 权利要求 1-18，附图 7	1-12
Y	CN1932469A（通用汽车环球科技运作公司） 21.3 月 2007（21.03.2007） 权利要求 1-21	1-12
Y	CN102249153A（上海三一科技有限公司） 23.11 月 2011（23.11.2011） 权利要求 1-10	1-12
Y	CN102261890A（长沙中联重工科技发展有限公司） 30.11 月 2011（30.11.2011） 权利要求 1-11	1-12

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。　　☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
19.12 月 2012（19.12.2012）	**10.1 月 2013 (10.01.2013)**
ISA/CN 的名称和邮寄地址： 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号： (86-10)62019451	受权官员 **胡跃澜** 电话号码：(86-10) **62085736**

C(续). 相关文件

类 型	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101451832A（三一重工股份有限公司） 10.6 月 2009（10.06.2009） 全文	1-12
A	CN201707757U（徐工集团工程机械股份有限公司建设机械分公司） 12.1 月 2011（12.01.2011） 全文	1-12
A	CN202092629U（中国铁建重工集团有限公司） 28.12 月 2011（28.12.2011） 全文	1-12
A	CN201748913U（徐工集团工程机械股份有限公司建设机械分公司） 16.2 月 2011（16.02.2011） 全文	1-12
A	US2003/0023400A1（ALPS ELECTRIC CO LTD） 30.1 月 2003（30.01.2003） 全文	1-12

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号 **PCT/CN2012/081663**

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102620705A	01.08.2012	无	
CN101226067A	23.07.2008	CN100573054C	23.12.2009
CN1932469A	21.03.2007	CN100565165C	02.12.2009
		US2007067078A	22.03.2007
		US7376499B	20.05.2008
		DE102006043364A	10.05.2007
CN102249153A	23.11.2011	无	
CN102261890A	30.11.2011	无	
CN101451832A	10.06.2009	无	
CN201707757U	12.01.2011	无	
CN202092629U	28.12.2011	无	
CN201748913U	16.02.2011	无	
US2003/0023400A1	30.01.2003	US6778939B	17.08.2004
		EP1281601A	05.02.2003
		JP2003042753A	13.02.2003
		JP2003042752A	13.02.2003
		EP1281601B	03.06.2009
		DE60232483E	16.07.2009

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/081663

主题的分类：

G01B21/22 (2006.01) i

E04G21/04 (2006.01) i